



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 44 121 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
H 01 M 8/04

⑲ Aktenzeichen: 199 44 121.9
⑳ Anmeldetag: 15. 9. 1999
㉑ Offenlegungstag: 22. 3. 2001

DE 199 44 121 A 1

⑦① Anmelder:
Adam Opel AG, 65428 Rüsselsheim, DE

⑦② Erfinder:
Matejcek, Lothar, Dipl.-Ing., 65462
Ginsheim-Gustavsburg, DE; Wöhr, Martin,
Dipl.-Ing., 64521 Groß-Gerau, DE

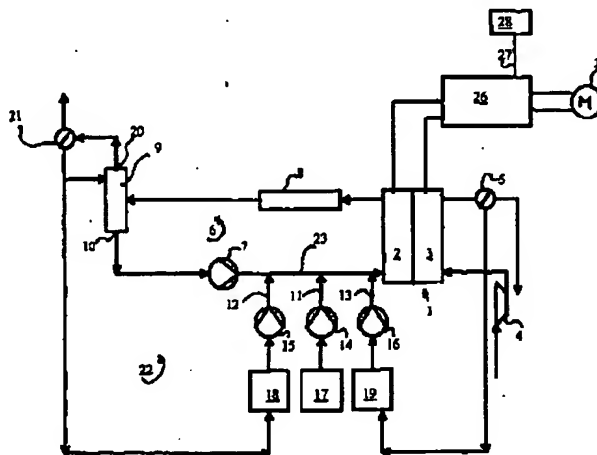
⑥⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

| | |
|----|---------------|
| DE | 44 25 634 C1 |
| DE | 43 29 323 C2 |
| DE | 43 18 818 C2 |
| DE | 198 02 038 A1 |
| EP | 06 29 014 B1 |
| EP | 01 81 569 B1 |
| EP | 06 93 793 A2 |

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Brennstoffzelle

⑤⑦ Es wird ein Brennstoffzellensystem mit einer sogenannten Direktmethanolbrennstoffzelle (DMFC) beschrieben. Um den Methanol-Cross-Over zu minimieren, wird die Konzentration des der Anode der Brennstoffzelle zugeführten Methanol/Wasser-Gemischs von der Größe der elektrischen Leistungsentnahme abhängig gemacht. Um die Konzentration des Methanols bei einem Lastwechsel rasch anpassen zu können, wird vorgeschlagen, im Anodenkreislauf (6) eine Trennkolonne (9) einzusetzen, die die Konzentration des Methanols verringert. Zum angepassten Aufkonzentrieren wird sowohl ein konzentriertes Methanol/Wasser-Gemisch aus einem Nebenkreislauf (22) und ggf. zusätzlich reines Methanol aus einem Speicher (17) zugeführt. Bei einer Reduzierung der Leistungsentnahme braucht lediglich der Nebenkreislauf (22) gesperrt zu werden, mit der Folge, daß sofort ein Magergemisch zur Verfügung steht.



DE 199 44 121 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle mit einer Anode und einer Kathode und einem dazwischen angeordneten Polymerelektrolyt, wobei die Anode mit einem Eingang und einen Ausgang aufweisenden Brennstoffverteilungssystem in Kontakt steht, so daß Brennstoff aus diesem System in die Anode eindringen kann, und wobei das Brennstoffverteilungssystem in einem ein Methanol/Wasser-Gemisch enthaltenen Anodenkreislauf angeordnet ist, und mit einer ersten Dosiereinrichtung zum Zuführen von Methanol in den Anodenkreislauf.

Derartige Brennstoffzellen werden als Direktmethanolbrennstoffzellen (DMFC) bezeichnet, da Methanol direkt der Anode zugeführt und dort oxidiert wird. Diese Vorgehensweise hat gegenüber einer Brennstoffzelle, die mit Wasserstoff an der Anode betrieben wird, den Vorteil, daß auf eine gesonderte Einrichtung zur Reformierung des Methanols zu Wasserstoff verzichtet werden kann. Die Problematik dieser Technik liegt aber darin, daß bisher noch keine für Methanol vollständig undurchlässige Membranen zur Verfügung stehen.

Bei den bisher eingesetzten für Methanol durchlässigen Membranen kommt es zu einem Methanolverluststrom, dem sogenannten Methanol-Cross-Over, der die Leistung und den Wirkungsgrad der DMFC schmälert. Um den Cross-Over möglichst gering zu halten, wird die Methanolkonzentration im Methanol/Wasser-Gemisch zum einen auf ein vergleichsweise geringes Niveau eingestellt und zum anderen der elektrischen Leistungsentnahme angepaßt. Dabei ergeben sich aber insbesondere bei schnellen Lastwechseln, die vor allem für den Einsatz einer DMFC im Antrieb eines Kraftfahrzeuges bedeutsam sind, einige Probleme.

Die genannten Probleme stellen sich auch dann ein, wenn andere Kohlenwasserstoffe als Methanol eingesetzt werden. Insofern steht in dieser Anmeldung Methanol nur stellvertretend für diese, womit auch der Schutzbereich nicht auf den Einsatz von Methanol beschränkt sein soll.

Die oben erwähnte Anpassung der Konzentration an die Leistungsabgabe der Brennstoffzelle erfolgt im wesentlichen proportional: Für eine hohe elektrische Leistungsabgabe wird die Konzentration angehoben und für eine geringe Leistungsabgabe wieder abgesenkt. Die Erhöhung der Konzentration läßt sich relativ einfach durch Zugabe von reinem Methanol in den Anodenkreislauf bewirken, was eine zeitlich rasche Anpassung bedeutet. Die Absenkung der Konzentration ist nicht so rasch durchführbar. Sie wird bisher dadurch bewirkt, daß in einem solchen Fall die Methanolzugabe gestoppt wird, so daß das Methanol im Anodenkreislauf nach und nach verbraucht wird. Dabei ändert sich die Konzentration aber aus dem folgenden Grund nur langsam: Für eine homogene Methanolkonzentration innerhalb der Brennstoffzelle ist es notwendig, das Methanol stark überstöchiometrisch der Anode zuzuführen. Dies bedeutet, daß bei einem Durchgang des Methanol/Wasser-Gemischs nur ein geringer Anteil des Methanols an der Anode oxidiert. Dies wiederum hat zur Folge, daß sich die Methanolkonzentration zwischen dem Eintritt und dem Austritt der Gasverteilungsstruktur nicht wesentlich ändert, was bedeutet, daß für mehrere Umläufe des Methanol/Wasser-Gemischs die Konzentration nicht der Leistungsentnahme angepaßt ist.

Eine Methanolbrennstoffzelle bzw. ein Brennstoffzellensystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist in dem Aufsatz: Manfred Waidhas: "Methanol-Brennstoffzellen" veröffentlicht in Brennstoffzellen: Entwicklung, Technologie, Anwendung/Konstantin Ledjeff (Herausgeber) - Erstauflage Heidelberg: Müller, 1995 ISBN 3-7880-7514-7, Sei-

ten 137, 148 beschrieben. Das dort erläuterte Brennstoffzellensystem dient allerdings Versuchszwecken. Es ist daher nicht für schnelle Lastwechsel ausgelegt, da keine raschen Änderungen der Methanolkonzentration im Versuchsbetrieb notwendig ist. Das Methanol wird mittels einer Dosierpumpe (Abb. 10-9) dem Anodenkreislauf zugeführt.

Um die oben dargestellte Aufgabe zu lösen, nämlich das Brennstoffzellensystem so zu gestalten, daß die Konzentration des Methanols im Anodenkreislauf rasch einer sich ändernden elektrischen Leistungsentnahme angepaßt wird, wird vorgeschlagen, daß bei einer Brennstoffzelle mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 im Anodenkreislauf eine Einrichtung zur Reduzierung des Methanolanteils vorhanden ist, und daß die erste Dosiereinrichtung mit dem Eingangsabschnitt des Anodenkreislaufes zwischen dieser Einrichtung und dem Eingang des Brennstoffverteilungssystems an der Anode verbunden ist. Diese Anordnung ermöglicht das folgende Verfahren zum Steuern der Anlage: Mittels der Einrichtung zur Reduzierung des Methanolanteils wird die Konzentration stets auf einem relativ geringen Wert gehalten und das relativ gering konzentrierte Gemisch jeweils durch Zuführung von Methanol vor dem Eingang zur Brennstoffzelle aufkonzentriert. Falls hohe Konzentration im Brennstoffzellensystem notwendig sind, wird viel Methanol zugeführt; bei einer geforderten geringen Konzentration gegebenenfalls auf eine Zumischung ganz verzichtet.

Anode und Kathode der Brennstoffzelle sind über einen elektrischen Stromkreis, dem eine variable Leistung entnehmbar ist, miteinander verbunden, wobei die Konzentration am Ausgang der Einrichtung zur Reduzierung des Methanolanteils auf einen Wert eingestellt ist, der zum Betrieb der Brennstoffzelle bei einer geringen Leistungsentnahme geeignet ist.

Das notwendige Methanol zum Aufdosieren des Anodenkreislaufes kann einerseits aus einem Methanolspeicher der ersten Dosiereinrichtung mit reinem Methanol und andererseits einem Nebenkreislauf entnommen werden, der das in der Einrichtung zur Reduzierung des Methanolanteils anfallende hoch konzentrierte Methanol/Wasser-Gemisch aufnimmt, wobei ein im Nebenkreislauf vorhandener Gemischspeicher über eine zweite Dosiereinrichtung mit dem Eingangsabschnitt des Anodenkreislaufes verbunden ist.

Im stationären Betrieb werden die Stoffströme des Anodenkreislaufes und des Nebenkreislaufes komplett wieder miteinander gemischt. Damit erhält man am Brennstoffzelleneintritt wieder die Konzentration, die am Brennstoffzellenaustritt vorgelegen hat. Abreagiertes Methanol wird aus dem Methanolspeicher ersetzt. Wenn mehr Leistung verlangt wird, muß die Gesamt-Konzentration durch weitere Zugabe von Methanol aus dem Methanolspeicher erhöht werden; wenn weniger Leistung verlangt wird, hört zunächst die Zudosierung aus dem Methanolspeicher auf. Zusätzlich wird der Nebenkreislauf abgesperrt, so daß nur das magere Gemisch aus dem Anodenkreislauf in die Brennstoffzelle gelangt. Wird wieder mehr Leistung verlangt, als dem Magergemisch entspricht, wird zunächst wieder fetteres Gemisch aus dem Nebenkreislauf zudosiert. Wenn das nicht mehr ausreicht, wird wieder reines Methanol aus dem Methanolspeicher zudosiert.

Um gegebenenfalls die Konzentration noch weiter senken zu können, bzw. um über Mittel zu verfügen, um die Aufkonzentration im Anodenkreislauf besser steuern zu können, ist der Eingangsabschnitt über eine dritte Dosiereinrichtung mit einem Wasserreservoir verbunden.

Das Brennstoffzellensystem wird nun so betrieben, daß in Abhängigkeit von der Leistungsentnahme die erste und zweite Dosiereinrichtung so ansteuerbar sind, daß durch Zuführung von Methanol mittels der ersten Dosiereinrichtung

oder eines hoch konzentrierten Methanol/Wasser-Gemischs mittels der zweiten Dosiereinrichtung die Methanolkonzentration am Eingang des Brennstoffverteilungssystems auf einen Wert angehoben wird, der der jeweiligen Leistungsentnahme entspricht. Dies hat zur Folge, daß im stationären Betrieb die Stoffströme des Anodenkreislaufes und des Nebenkreislaufes komplett wieder miteinander gemischt werden. Damit wird die Konzentration am Brennstoffzelleneintritt wieder auf einen Wert eingestellt, der am Brennstoffzellenaustritt vorlag. Soweit Methanol an der Anode oxidiert wurde, wird entsprechendes Methanol mittels der ersten Dosiereinrichtung zugeführt. Wird die Leistungsentnahme erhöht, kann durch Zugabe von Methanol mittels der ersten Dosiereinrichtung die Gesamtkonzentration schlagartig erhöht werden.

Bei einer Verringerung der Leistungsentnahme wird die Zudosierung über die zweite Dosiereinrichtung nach und nach verringert bzw. ganz abgeschaltet, so daß das magere Gemisch am Ausgang der Einrichtung zur Reduzierung den Brennstoffzellen zugeführt wird. Wenn überhaupt keine Leistung mehr verlangt wird, kann die Konzentration schlagartig weiter verringert werden, indem über die dritte Dosiereinrichtung Wasser in den Anodenkreislauf gefördert wird.

Als Einrichtung zur Reduzierung der Methanolkonzentration sind mehrere Möglichkeiten gegeben, hierbei kann es sich um ein- oder mehrstufige Destillationen oder um Membrantrennverfahren handeln. Bei diesen Verfahren wird Wärme benötigt, die im System selbst zur Verfügung steht, nämlich als Abwärme des Brennstoffzellenstapels. Damit kann zusätzlich in geeigneter Weise der Wärmehaushalt des Brennstoffzellensystems reguliert werden.

Im folgenden soll anhand eines Ausführungsbeispiels die Erfindung näher erläutert werden. Dazu zeigt die einzige Figur eine schematische Darstellung des Brennstoffzellensystems in Form einer Schaltung.

Im Zentrum des Brennstoffzellensystems steht eine Direktmethanolbrennstoffzelle (DMFC) 1 mit einer Anode 2 und einer Kathode 3. Die Brennstoffzelle 1 steht stellvertretend für einen ganzen Stapel von einzelnen Brennstoffzellen, die hintereinander zu einem sogenannten Stack angeordnet und durch bipolare Platten voneinander getrennt sind. Die einzelnen Zellen sind elektrisch hintereinander geschaltet, um eine ausreichend hohe elektrische Spannung darstellen zu können. Jede einzelne Zelle besteht aus einer Polymermembran als Elektrolyten. Diese Membran ist beidseitig mit Elektroden beschichtet, die einerseits die Anode 2 und andererseits die Kathode 3 darstellen. Über ein nicht näher dargestelltes Gasverteilungssystem wird die Anode mit einem Methanol/Wasser-Gemisch und die Kathode mit Luftsauerstoff versorgt. An der Anode wird das Methanol oxidiert, während an der Kathode der Luftsauerstoff reduziert wird, dabei erfolgt ein Ionenaustausch über die Polymermembran und ein Elektronenaustausch über den äußeren Stromkreis.

Die Kathode 3 wird mittels eines Verdichters 4 mit Luftsauerstoff versorgt. Am Ausgang des Gasverteilungssystems für die Kathode befindet sich ein Kondensator 5, der das vom Luftsauerstoff aufgenommene Reaktionswasser auskondensiert. Das so gewonnene Wasser wird, wie weiter unten beschrieben, in den Flüssigkeitshaushalt des Brennstoffzellensystems zurückgeführt.

Die Gasverteilungsstruktur an der Anode 2 ist Teil eines Hauptkreislaufs 6, in dem ein Methanol/Wasser-Gemisch umgepumpt wird. Dazu weist der Hauptkreislauf eine Kreispumpe 7 auf, deren Druckseite mit dem Eingang zur Verteilungsstruktur an der Anode 2 verbunden ist. Das Methanol/Wasser-Gemisch fließt durch die Verteilungsstruktur zum Ausgang und von dort zu einem Kühler 8 und weiter zu ei-

ner Trennkolonne 9, an der Methanol aus dem Gemisch abgetrennt wird. Am Ausgang 10 der Trennkolonne 9, der mit der Saugseite der Kreispumpe 7 verbunden ist, liegt damit ein Methanol/Wasser-Gemisch mit einer geringen Methanolkonzentration vor. Damit ist der Anodenkreislauf geschlossen.

In den Eingang zur Anode 2 bzw. in den Abschnitt 23 des Anodenkreislaufs zwischen der Kreispumpe 7 und der Anode 2 münden drei Dosierleitungen 11, 12, 13 ein mit je einer Dosierpumpe 14, 15, 16. Die erste Dosierpumpe 14 ist mit einem Methanolspeicher 17 verbunden, in dem reines Methanol vorliegt. Die zweite Dosierpumpe 15 ist mit einem Gemischspeicher 18 verbunden, der mit dem Ausgang 20 an der Trennkolonne 9 verbunden ist, an dem ein Methanol/Wasser-Gemisch in hoher Konzentration vorliegt. Die Verbindung läuft über einen Gasabscheider 21. Die dritte Dosierpumpe 16 ist mit einem Wasservorratsbehälter 19 verbunden, der unter anderem mit dem Kondensator 5 am Kathodenkreislauf in Verbindung steht.

Die Trennkolonne 9, der zweite Speicher 18 sowie die zweite Dosierpumpe 15 bilden einen Nebenkreislauf 22, durch den ein hoch konzentriertes Methanol/Wasser-Gemisch, das aus dem Hauptkreislauf 6 in der Trennkolonne 9 abgezweigt worden ist, in diesen am Eingang zur Anode 2 wieder zurückgeführt wird.

Die Brennstoffzelle bzw. der Brennstoffzellenstapel ist in einen elektrischen Stromkreis eingefügt, wobei die entnommene elektrische Energie einem Fahrzeugantriebsmotor 25 zugeführt wird. Die jeweils entnommene Leistung wird durch einen elektronischen Steller 26 bestimmt, der vom Fahrer des Fahrzeuges über eine entsprechende Stelleinrichtung, hier nicht dargestellt, angesteuert wird. Die entnommene elektrische Leistung wird in Form einer Strom- oder einer Leistungsgröße über eine Signalleitung 27 einer elektronischen Auswerteeinheit 28 zugeführt, in der insbesondere Informationen über den optimalen Zusammenhang zwischen Leistungsentnahme und der Methanolkonzentration in der Anode 2 vorliegen. Unter Berücksichtigung dieses Zusammenhangs werden die Dosierpumpen 14, 15, 16 angesteuert, wobei zur Generierung der Ansteuersignale weitere Informationen herangezogen werden, die zum Beispiel von hier nicht dargestellten Sensoren zur Bestimmung der Methanolkonzentration im Hauptkreislauf 6 und im Nebenkreislauf 22 zur Verfügung gestellt werden. Diese Informationen können gegebenenfalls aber auch durch Verfolgung der Leistungsentnahme sowie der jeweiligen Dauer der Ansteuerung der einzelnen Dosierpumpen generiert werden.

Die Steuerung läßt sich exemplarisch anhand einiger ausgewählter Situationen darstellen.

A) gleichbleibende Leistungsentnahme

Die Trennkolonne 9 ist so eingestellt, daß die Kreispumpe 7 ein gering konzentriertes Methanol/Wasser-Gemisch mit einer Basiskonzentration unterhalb der geforderten der Anode 2 zuführt. Die Basiskonzentration entspricht dem Wert, der bei einer geringen Leistungsentnahme optimal ist.

Um die geforderte Konzentration an der Anode zu erhalten, wird aus dem Gemischspeicher 18 über die zweite Dosierpumpe 15 ein hoch konzentriertes Methanol/Wasser-Gemisch zugeführt, das gegebenenfalls durch Ansteuerung der ersten Dosierpumpe 14 aus dem Methanolspeicher mit reinem Methanol ergänzt wird. Auf diese Weise wird an der Anode die Konzentration erreicht, die für die jeweilige Leistungsentnahme optimal ist. An der Anode wird ein Teil des Methanols oxidiert bzw. verbraucht.

An der Trennkolonne 9 wird das konzentrierte Methanol/

Wasser-Gemisch geteilt, wobei ein mageres Gemisch am Ausgang 10 der Kreispumpe 7 zugeführt wird, während ein angereichertes Gemisch zum Gemischspeicher 18 zurückläuft und dort über die zweite Dosierpumpe 15 wieder in den Hauptkreislauf zurückgeführt wird.

Letztlich wird in dieser Betriebsweise das Methanol/Wasser-Gemisch in zwei unterschiedlich konzentrierte Ströme getrennt und wieder zusammengeführt, wobei lediglich verbrauchtes Methanol aus dem Methanolspeicher 17 ergänzt wird. Der Nebenkreislauf wirkt dabei wie ein Puffer für Methanol, der sich im Bedarfsfall zu- und abschalten läßt.

B) Erhöhung der Leistungsentnahme

In dieser Situation wird durch Zuführung von Methanol aus dem Methanolspeicher 17 die Konzentration an der Anode schlagartig erhöht. Anschließend läuft der Prozeß nach gemäß A) ab, wobei wieder lediglich nur das verbrauchte Methanol ersetzt wird.

C) Reduktion der Leistungsentnahme

Entsprechend der Rücknahme der Leistung wird die Zudosierung über die zweite Dosierpumpe 15 zurückgefahren, so daß bei einer geringen Leistungsentnahme lediglich das nur schwach angereicherte Gemisch am Ausgang 10 der Trennkolonne der Anode zugeführt wird. Gleichzeitig kann die Pumpgeschwindigkeit der Kreispumpe 7 erhöht werden, um das noch angereicherte Gemisch an der Anode schnell aus dem Brennstoffzellenstapel herauszutreiben. Hier zeigt sich der Vorteil der Anordnung, da die notwendige Konzentration an der Anode jeweils durch Zudosierung erreicht wird, kann eine rasche Anpassung an die jeweilige Leistungsentnahme erfolgen, da lediglich die Zudosierung ausgesetzt werden braucht.

D) Keine Leistungsentnahme

Um die Konzentration von Methanol im Hauptkreislauf unter eine Basiskonzentration zu führen, kann über die dritte Dosierpumpe Wasser in den Anodenkreislauf eingespeist werden. Damit kann die Konzentration schlagartig extrem verringert werden.

Patentansprüche

1. Brennstoffzelle mit einer Anode und einer Kathode und einem dazwischen angeordneten Polymerelektrolyt, wobei die Anode mit einem einen Eingang und einen Ausgang aufweisenden Brennstoffverteilungssystem in Kontakt steht, so daß Brennstoff aus diesem System in die Anode eindringen kann, und wobei das Brennstoffverteilungssystem in einem ein Methanol/Wasser-Gemisch enthaltenen Anodenkreislauf angeordnet ist, und mit einer ersten Dosiereinrichtung zum Zuführen von Methanol in den Anodenkreislauf, dadurch gekennzeichnet, daß in diesem Anodenkreislauf (6) eine Einrichtung (9) zur Reduzierung des Methanolanteils vorhanden ist und daß die erste Dosiereinrichtung (14, 17) mit dem Eingangsabschnitt (23) des Anodenkreislaufs zwischen dieser Einrichtung (9) und dem Eingang des Brennstoffverteilungssystem an der Anode (2) verbunden ist.
2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (2) und die Kathode (3) über einen elektrischen Stromkreis, dem eine variable Leistung entnehmbar ist, miteinander verbunden sind und daß die Konzentration am Ausgang der Einrichtung (9)

auf einen Wert eingestellt ist, der zum Betrieb der Brennstoffzelle (1) bei einer geringen Leistungsentnahme geeignet ist.

3. Brennstoffzelle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im einem Nebenkreislauf (22) zum Anodenkreislauf (6) ein in der Einrichtung (9) anfallendes hochkonzentriertes Methanol/Wasser-Gemisch über eine zweite Dosiereinrichtung (15, 18) mit dem Eingangsabschnitt (23) des Anodenkreislaufs verbunden ist.

4. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingangsabschnitt (23) über ein dritte Dosiereinrichtung (16) mit einem Wasserreservoir (19) verbunden ist.

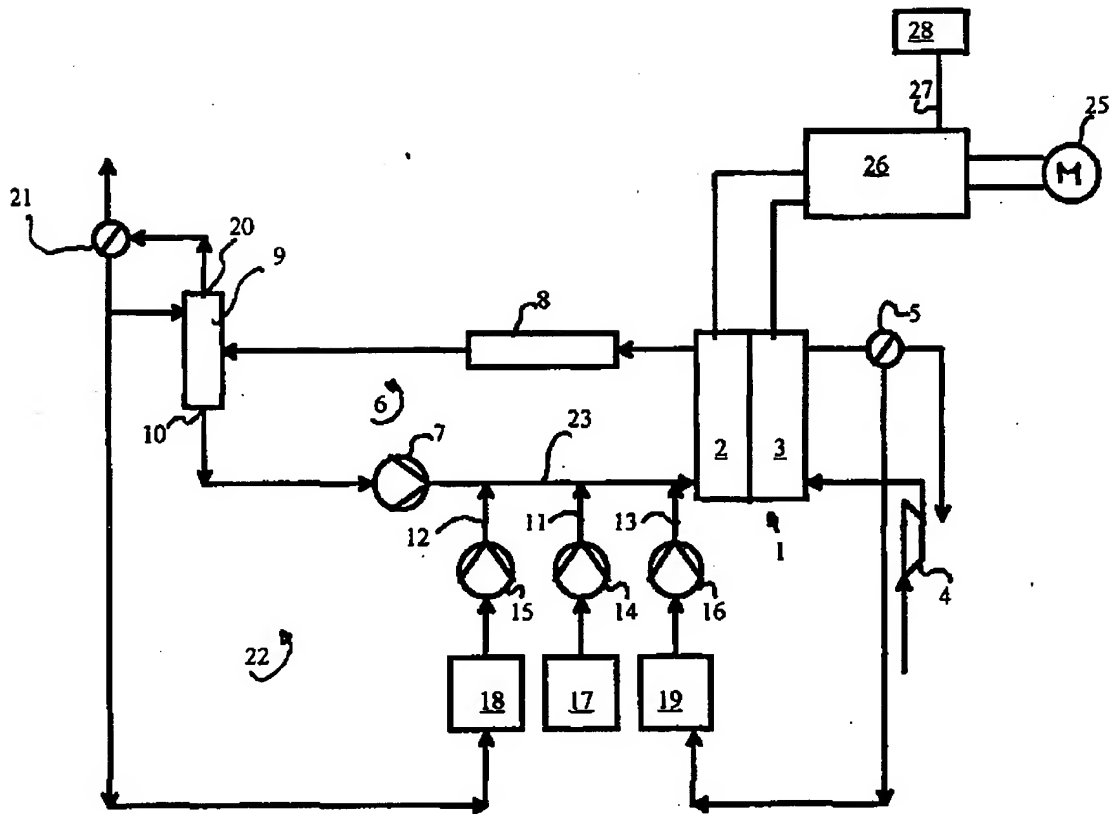
5. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (9) mit einem Gasseparator (21) verbunden ist, der mit dem Nebenkreislauf (22) in Verbindung steht.

6. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Dosiereinrichtung (11, 14; 12, 15) so ansteuerbar sind, daß durch Zuführung von Methanol mittels der ersten Dosiereinrichtung (11, 14) oder eines hochkonzentrierten Methanol/Wasser-Gemischs mittels der zweiten Dosiereinrichtung (12, 15) die Methanolkonzentration am Eingang des Brennstoffverteilungssystem an der Anode (2) auf einen Wert angehoben wird, der der jeweiligen Leistungsentnahme entspricht.

7. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und zweite Dosiereinrichtung (11, 14; 12, 15) so ansteuerbar sind, daß durch Zuführung von Methanol mittels der ersten Dosiereinrichtung (11, 14) oder eines hochkonzentrierten Methanol/Wasser-Gemischs mittels der zweiten Dosiereinrichtung (12, 15) das jeweils an der Anode verbrauchte Methanol ersetzt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



Translation from German into English of:

DE 199 44 121 A1; column 3, line 55 – column 4, line 48

The cathode 3 is supplied with atmospheric oxygen by means of a compressor 4. At the exit of the gas distributing system for the cathode is a condenser 5, which condenses the reaction water taken up by the atmospheric oxygen. The in such a way repressed water is, as described further below, fed back into the liquid budget of the fuel cell system.

The gas distribution structure at the anode 2 is part of a main circuit 6, in which a methanol/water mixture is pumped over. In addition the main circuit features a circle pump 7, the pressure side of which is connected to the entrance to the distribution structure at the anode 2. The methanol/water mixture flows through the distribution structure to the exit and from there to a cooling 8 and further to a separating column 9, at which methanol is separated from the mixture. At the exit 10 of the separating column 9, which is connected to the suction side of the circle pump 7, thus a methanol/water mixture with a small methanol concentration is present. Thus the anode circuit is closed.

Into the entrance to the anode 2 or into the section 23 of the anode circuit between the circle pump 7 and the anode 2 three dosing lines 11, 12, 13 with one dosing pump 14, 15, 16 each are joined. The first dosing pump 14 is connected to a methanol storage 17, in which pure methanol is present. The second dosing pump 15 is connected to a mixture storage 18, which is connected to the exit 20 at the separating column 9, at which a methanol/water mixture in high concentration is present. The connection runs over a gas separator 21. The third dosing pump 16 is connected to a water storage container 19, which is among other things in connection with the condenser 5 at the cathode cycle.

The separating column 9, the second storage 18 as well as the second dosing pump 15 form a side circuit 22, through which a highly concentrated methanol/water mixture, which was branched off from the main circuit 6 in the separating column 9, is led back into the same at the entrance to the anode 2.

The fuel cell or the fuel cell stack is inserted into an electrical circuit, whereby the withdrawn electrical energy is supplied to a vehicle driving engine 25. The taken power in each case is set by an electronic actuator 26, which is controlled by the driver of the vehicle via an appropriate actuator unit, not shown here. The taken electrical power is supplied in form of a current or power quantity via a signal line 27 to an electronic analyzing unit 28, in which in particular information about the optimal relation between power consumption and the methanol concentration in the anode 2 is present. With consideration of this relation the dosing pumps 14, 15, 16 are controlled, whereby for the generation of the controlling signals further information is considered, which is provided for example by sensors, not shown here, for the determination of the methanol concentration in the main circuit 6 and in the side circuit 22. These information can also be generated, if necessary, by watching the power consumption as well as the respective duration of the control of the individual dosing pumps.

BEST AVAILABLE COPY